

# 耕耘과 無耕耘 條件에서 벼 乾畚畦立直播栽培의 窒素分施比率\*\*

李錫淳\*, 洪承範\*, 白俊鎬\*

## Nitrogen Split Application of Direct-seeded Rice in Tillage and No-tillage Systems

Suk Soon Lee\*, Seung Beom Hong\*, and Jun Ho Back\*

**ABSTRACT** : Growth characters of dry seeded paddy rice was studied at different levels of nitrogen(N) split application (basal : immediately after irrigation : 2 weeks after irrigation : 25 days before heading : heading stage with 10 : 20 : 30 : 20 : 20%, 20 : 30 : 20 : 20 : 10%, 30 : 40 : 0 : 20 : 10%, and 100% basal of slow release urea) in tillage and no-tillage systems. On May 17 in 1990, 6kg /10a of dry seeds of a breeding line of Milyang 95 was broadcasted and covered with a power tiller.

Between tillage and no-tillage systems yield and its components, lodging related characteristics, and contents of cellulose, hemicellulose and lignin of culm base were similar. Leaf area index at heading stage was higher in tillage, but lodging index was lower compared with those in no-tillage plot.

Culm length, effective tiller ratio, culm base weight, 1000-grain weight, harvest index in slow release N applied plot were higher compared with those in other N treatments. Grain yield of rice among levels of N split applications was similar in tillage, but it was higher in slow release N applied plot in no-tillage if 1kg /10a of additional N was applied as urea at panicle formation stage.

At early growth stage N concentration and N uptake were lower in the slow release N applied plot, but higher after heading stage compared with other N treatments. The number of tillers was lowest in slow release N applied plot during the tillering stage, but the number of panicles per hill was similar to other N treatments.

窒素는 水稻의 생육에 가장 필요한 성분중의 하나이나 土壤 중에 많이 존재하지 않으므로 肥料로 사용하는 것이 일반적이다. 대부분의 窒素肥料는 암모늄態인데 이것은 酸素가 있는 토양조건에서

는 硝酸態로 변하고, 산소가 없는還元條件에서는 암모늄態로 존재한다. 硝酸態窒素는還元狀態에서는 脫窒되므로 비료의 효과가 적어지나 암모늄態질소는還元層에 보존된다. 또 물에는 7-8ppm

\* 嶺南大學校 農畜產大學(Coll. of Agri. and Animal Sci., Yeungnam Univ., Kyongsan 712-749, Korea).

\*\* 이 論文은 1990년 文敎部支援 學術振興財團의 自由公募課題 學術研究助成費에 依하여 研究되었음. <집수일자 '92. 5. 1>

의 酸素가 溶存되어 있고, 논에서는 地表面의 1cm 내외는 酸化層이므로 암모늄態이라도 窒素肥料을 地表面에 施用하면 일부는 硝酸態로 변하여 滲透水와 함께 還元層으로 이동되어 脫窒되거나 流失된다. 그래서 移秧栽培할 때는 脫窒에 의한 損失을 줄이기 위하여 基肥는 全層施肥하여 대부분의 窒素가 還元層에 존재하도록 한다. 그러나 基肥로 많은 量을 시비하면 벼가 窒素를 과도하게 흡수하여 稻熱病에罹病되거나,<sup>9)</sup> 下位節間이 크게 伸張되어 倒伏이 발생되므로<sup>1,5)</sup> 基肥, 分蘖肥, 穗肥, 實肥 등으로 벼의 생육기에 맞추어 分施하는 것이 일반적이나 그 영향은 品種, 施肥量, 分施比率, 土壤 등에 따라 다르며<sup>14)</sup> 直播栽培時에는 栽培樣式에 따라서도 다르다.

그러나 乾畝直播에서는 발상 상태에서 과중한 후 발상 상태로 유지하다가 과중 후 30-40일부터 澆水한다. 이때 基肥로 施用한 窒素는 硝酸態로 변하여 澆水 후 脫窒과 澆水直後의 과도한 透水에 의한 窒素의 流失이 커서 基肥로 施用된 窒素의 吸收率은 2-23%에 지나지 않는다.<sup>2,3)</sup> 그래서 乾畝直播에서는 基肥의 비율이 移秧栽培보다 적거나 緩效性肥料, 硝酸化抑制劑가 든 肥料가 사용되어야 하나<sup>2,3,16)</sup> 이에 관한 체계적인 연구는 적다.<sup>6, 11,13)</sup> 그래서 본 연구에서는 耕耘과 無耕耘 條件에서 벼를 乾畝畦直播할 경우 窒素의 分施比率이 水稻의 生育, 收量, 收量構成要素, 倒伏 및 窒素吸收에 미치는 영향을 검토하였다.

## 材料 및 方法

본 시험은 1990년 慶北 慶山의 嶺南大學校 農畜 産大學 實驗農場에서 실시하였으며, 供試品種은 日本型이고, 直播栽培용으로 육성중인 密陽 95號를 사용하였다.

시험은 耕耘과 無耕耘을 主區로 하고, 窒素分施比率을 細區로 하여 分割區配置 3反復으로 실시하였다. 耕耘은 봄에 논을 갈고, 碎土한 후 肥料를 施用하였고, 無耕耘은 논을 갈지 않고, 除草劑인 paraquat를 처리하여 발생된 雜草를 죽인 후 肥料를 施用하였다.

施肥量은 窒素-磷酸-加里를 10a당 分量으로 각각 15-10-10kg / 10a 施用하였으며, 窒素는 尿素로서 分施하였고, 磷酸은 熔成磷肥, 加里는 鹽化加里를 모두 基肥로 施用하였다. 窒素는 基肥 : 澆水直後 : 澆水 2週後 : 出穗 25日前 : 出穗期에 각각 10 : 20 : 30 : 20 : 20%, 20 : 30 : 20 : 20 : 10%, 30 : 40 : 0 : 20 : 10% 로 分施하였으며, 緩效性肥料는 朝鮮肥料株式會社에서 시험용으로 제조한 窒素含量이 40%이고, 肥效持續期間이 120일인 latex coating 한 尿素를 全量基肥로 施用하였다. 無耕耘의 緩效性肥料 全量基肥區는 窒素缺乏症이 심하여 幼穗形成期에 尿素를 1kg / 10a 수준으로 追肥하였다.

播種은 5월 17일에 播幅 90cm, 畦幅 30cm로 하여 10a당 6kg 수준으로 乾燥種子를 散播한 후 畦立廣散播機로 覆土하였다.

물관리는 播種 후 30일부터 澆水하였고, 除草劑는 播種 후 3일에 pyrazolate를 처리하였다.

立苗數는 澆水直前に, 分蘖數는 播種 후 6주부터 出穗期까지 5일 간격으로 1m<sup>2</sup> 되는 면적에서 조사하였다.

窒素含量은 播種 후 50일과 70일, 出穗期, 出穗 후 15일과 35일 및 收穫期에 50×50cm의 면적에서 식물체를 刈取, 乾燥한 후 20mesh로 分碎하여 micro-Kjeldahl 방법으로 분석하였다.<sup>15)</sup>

葉面積指數는 出穗期에 LI-3000 Portable Area Meter(LI-COR, Inc., Lincoln, Nebraska, U. S. A.)로 葉面積을 조사한 후 산출하였다.

稈長과 穗長은 연속된 20株를 대상으로 조사하였고, 收量構成要素는 50×50cm, 收量은 50×600cm의 면적에서 수확하여 조사하였다.

立苗數, 葉面積指數, 單位面積當 穗數 및 收量은 과중된 면적에서 試料를 取하였으며 과중되지 않은 畦幅의 면적을 고려하여 계산하였다.

倒伏指數는 出穗 후 30일에 區當 30개의 개체를 대상으로 農村振興廳의 農事試驗研究調查基準에<sup>12)</sup> 따라 地上部의 길이×生體重×100 / 挫折重으로 구하였고, 稈基部의 細胞壁構成物質은 van Soest 방법<sup>8)</sup>으로 분석하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 生育狀況

分蘖數의 變化를 그림 1에서 보면 耕耘과 無耕耘에서 모두 分蘖數의 變化양상은 비슷하였으나 分蘖數는 耕耘에서 無耕耘보다 더 많았다. 分施比率間에는 分施 비율이 30 : 40 : 0 : 20 : 10%로서 基肥와 澆水直後에 重點施肥한 處理에서 生育初

期의 分蘖數가 많았으나 最高分蘖期 이후에는 20 : 30 : 20 : 20 : 10% 分施區에서 分蘖수가 다른 處理에서보다 훨씬 많았다. 그러나 10 : 20 : 30 : 20 : 20%와 30 : 40 : 0 : 20 : 10% 分施間에는 最高分蘖期 이후에는 分蘖數가 비슷하였으며, 緩效性肥料 全量基肥 施用區는 7월까지는 分蘖數가 가장 적었으나 無效分蘖數가 적어 穗數는 다른 處理와 비슷하였다.

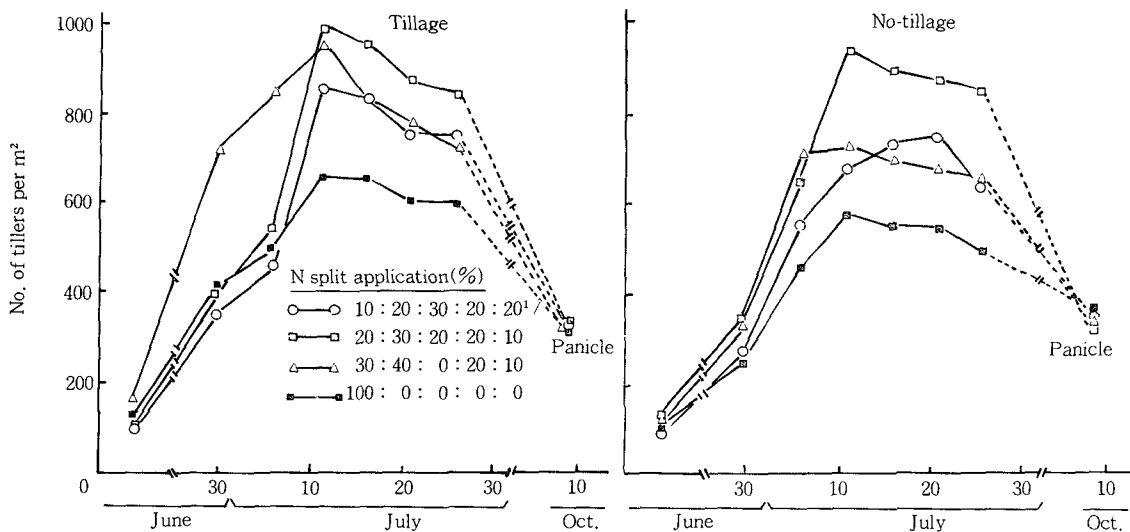


Fig. 1. Changes in the number of tillers of Milyang 95 at different levels of nitrogen split application in two tillage systems. <sup>1/</sup>; The levels of nitrogen split application(%) at basal : immediately after irrigation : 2 weeks after irrigation : 25 days before heading : heading stage.

Table 1. Number of seedlings, heading date, leaf area index(LAI) at heading stage, culm length, panicle length, and effective tiller ratio at different tillage systems and levels of N split application.

Treatment	No. of seedlings per m <sup>2</sup>	Heading date	LAI at heading stage	Culm length(cm)	Panicle length(cm)	Effective tiller ratio(%)
Tillage	173 ns	Aug. 22	5.4 a <sup>1/</sup>	68.7 ns	18.2 ns	41.7 ns
No-tillage	144	Aug. 21	4.9 b	70.8	18.8	49.6
10 : 20 : 30 : 20 : 20 <sup>2/</sup>	125 ns	Aug. 22	5.7 ns	71.2 ns	17.9 b	43.8 b
20 : 30 : 20 : 20 : 10	160	Aug. 21	5.3	70.6	18.1 b	35.9 b
30 : 40 : 0 : 20 : 10	190	Aug. 22	5.1	69.4	18.3 b	42.1 b
100 : 0 : 0 : 0 : 0 <sup>3/</sup>	155	Aug. 23	4.5	67.7	19.9 a	61.0 a

<sup>3/</sup> : Means within a column for a given factor followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

<sup>2/</sup> : Levels of N split application(%) at basal : immediately after irrigation : 2 weeks after irrigation : 25 days before heading : heading stage, respectively.

<sup>1/</sup> : Latex coated slow release urea.

立苗數, 出穗期, 出穗期の葉面積指數, 稈長, 穗長 및 有效莖比率는 耕耘의 有無와 窒素分施比率間에 交互作用이 無<sup>1</sup> 耕耘과 無耕耘 또는 窒素分施比率間에 이들의 特性을 比較하면 表 1과 같다. 耕耘에서 無耕耘보다 葉面積指數가 더 컸고, 出穗期가 1일 늦었을 뿐 立苗數, 稈長, 穗長, 有效莖比率는 耕耘과 無耕耘 間에 差이 無었다. 窒素分施比率間에는 緩效性肥料 施用區가 다른 窒素分施區보다 穗長 및 有效莖比率이 컸을 뿐 다른 조 사형질은 窒素分施比率間에 差이 無었다.

## 2. 窒素吸收

耕耘과 無耕耘에서 窒素分施比率에 따른 全植物體의 窒素含有率과 窒素吸收量의 變化를 보면 그림 2 및 3과 같다. 窒素含有率은 耕耘과 無耕耘에서 모두 生育初期에는 2.7-3.8% 로서 높았으며, 基肥 및 灌水直前에 窒素施肥比率이 높을수록

窒素含有率이 높고, 吸收量이 더 많았다. 그러나 生育期가 進전될수록 窒素含有率은 점점 낮아져 出穗期 이후에는 0.8-1.0%이었고, 窒素分施比率間에 差이도 적었다. 窒素吸收量은 7월까지는 급격히 증가하였지만 그 이후에는 완만한 증가를 보였다.

그러나 緩效性肥料 全量基肥區에서는 다른 窒素分施區보다 窒素含有率이 生育初期에는 낮았고, 幼穗形成期인 7월 하순에는 1.5-2.0%로서 窒素缺乏症이 나타났으며, 특히 無耕耘에서는 窒素缺乏症이 심하여 幼穗形成期에 尿素를 1kg/10a 수준으로 追肥하였더니 葉色이 정상으로 회복되었고, 7월 중순부터 8월 중순까지는 오히려 窒素含有率이 耕耘의 緩效性肥料 施用區보다 높아 追肥한 效果가 현저히 나타났다. 그리고 8월 중순이후부터 成熟期까지는 다른 窒素分施區에서는 窒素含有率이 크게 낮아졌지만 緩效性肥

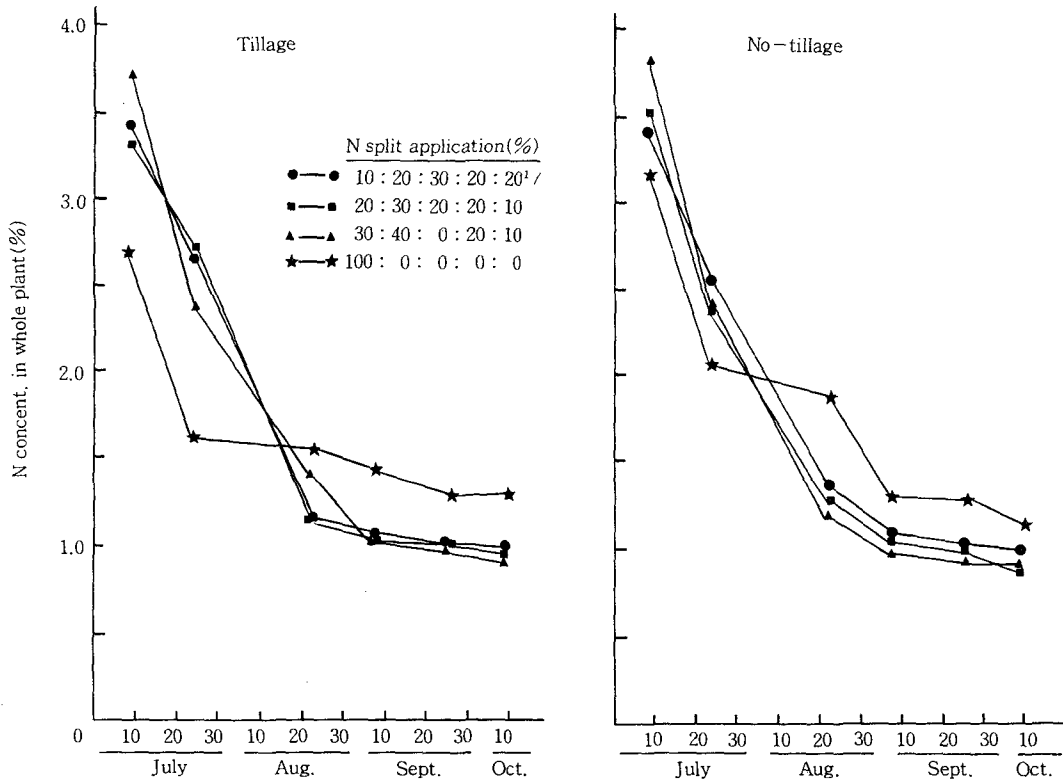


Fig. 2. Changes in nitrogen concentration in whole plant of Milyang 95 at different levels of nitrogen split application in two tillage systems. <sup>1</sup>/ ; The same as Fig. 1.

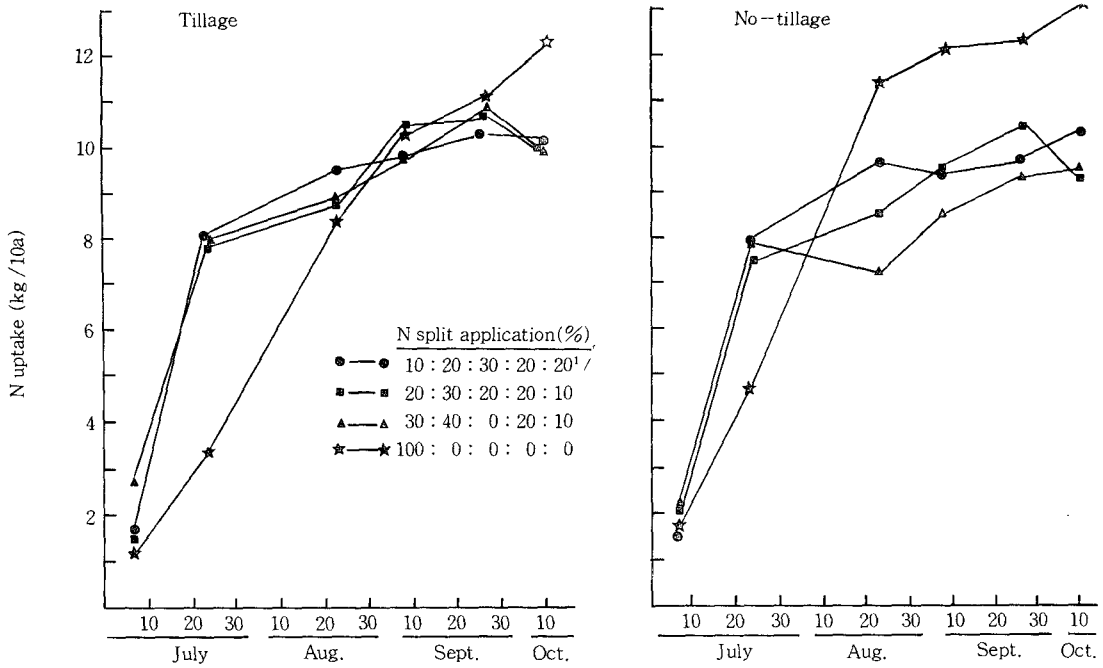


Fig. 3. Changes in nitrogen uptake of Milyang 95 at different levels of nitrogen split application in two tillage systems. <sup>1/</sup>; The same as Fig. 1.

料施用區는 크게 낮아지지 않아窒素含有率은緩效性肥料施用區에서 오히려 높았다. 또緩效性肥料施用區에서窒素吸收量을 보면生育初期에는 다른窒素分施區보다 현저히 낮았으나 8월 말까지 거의直線的으로 증가하였으며, 그 이후에는 증가율은 완만하였지만吸收量은 다른窒素分施區보다 많았고, 특히幼穗形成期에 1kg/10a의窒素를追肥한無耕耘에서는吸收量이 현저히 높았

다.

### 3. 倒伏關聯形質

出穗後 30일에 조사한倒伏關聯形質은耕耘의有無와窒素分施比率間에交互作用이 없어耕耘의有無間,窒素分施比率間에 이들특성을 비교하면 표 2와 같다.倒伏指數가無耕耘에서 보다耕耘에서 더 적고,窒素分施比率間에緩效性肥料全

Table 2. Agronomic characteristics of rice plant related to lodging affected by different tillage systems and levels of N split application.

Treatment	Tiller length (cm)	Bending moment (cm)	Fresh wt. (g/ tiller)	Breaking strength (g)	Culm base wt. (mg) <sup>4/</sup>	Cellulose loss (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	Lodging	
									Index	(0-9)
Tillage	81.6 ns	38.6 ns	9.23 ns	848 ns	308 ns	36.9 ns	23.2 ns	6.7 ns	95 b <sup>1/</sup>	0
No-tillage	80.9	37.7	9.04	774	289	36.7	21.4	7.2	101 a	0
10:20:30:20:20 <sup>2/</sup>	82.0 ns	38.6 ns	9.17 ns	884 ns	298 a	36.3 ns	21.0 ns	7.3 ns	89 ns	0
20:30:20:20:10	82.1	37.8	9.31	733	296 a	37.3	22.1	6.5	110	0
30:40:0:20:10	79.9	38.0	8.95	816	302 a	36.8	23.7	7.0	96	0
100:0:0:0:0 <sup>3/</sup>	80.0	37.4	9.27	785	257b	36.1	22.7	6.8	102	0

<sup>1/</sup>, <sup>2/</sup>, <sup>3/</sup>: The same as those in Table 1.

<sup>4/</sup>: mg/10cm of a tiller.

量基肥區가 稈重이 다른 窒素分施區보다 더 적었을 뿐 다른 모든 倒伏關聯形質은 耕耘과 無耕耘間 또는 窒素分施比率間에 차이가 없었으며, 圃場에서도 倒伏은 발생하지 않았다. 窒素가 倒伏에 영향을 미치는 것은 節間伸張期에 비료성분이 많으면 營養生長이 촉진되어 下位節間이 길어지고, 줄기에 纖維素의 축적이 적어 細胞壁이 얇아지기 때문이다.<sup>1,5)</sup> 특히 乾畝直播에서는 覆土心이 일정하지 않으므로 알개 문힌 種子는 뿌리가 깊게 자라지 않아서 倒伏하기 쉬우며 窒素施肥量이 增加할수록 倒伏發生이 큰 傾向이고,<sup>11)</sup> 중자를 土壤表面에 播種하는 澆水直播는 乾畝直播에 비해 分蘖이 많고, 挫折重이 가볍고, 倒伏指數가 높아서 直播栽培 중에서도 倒伏이 발생하기 쉽다.<sup>4,7,10)</sup>

본 試驗에서 倒伏이 발생하지 않은 것은 密陽 95號는 短稈인 耐倒伏性 系統이며, 窒素施肥量과 播種量도 각각 15kg/10a와 6kg/10a로서 적정수준으로 재배하였으며, 특히 成熟期에 降雨를 동반한 바람이 없었기 때문인 듯 하다. 따라서 乾畝直播栽培에서 品種選擇과, 施肥量, 播種量 등 栽培方法이 알맞으면 倒伏의 피해를 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

#### 4. 收量 및 收量構成要素

收量構成要素와 收穫指數는 耕耘의 有無와 窒素分施比率間에 交互作用이 없어 耕耘과 無耕耘, 또 窒素分施比率間에 이들의 특성을 비교하면 표 3과 같다. 單位面積當 穗數, 穗當 및 單位面積當 穎花數, 登熟比率, 千粒重, 收穫指數 모두 耕耘과

無耕耘間에는 차이가 없었다. 窒素分施比率間에는 緩效性肥料 全量基肥區에서 千粒重과 收穫指數가 다른 窒素分施區 보다 높았을 뿐 다른 조사형질은 窒素分施比率間에 차이가 없었다.

收量은 耕耘과 無耕耘間에는 차이가 없었으나 耕耘의 有無와 窒素分施比率間에 交互作用이 있어, 耕耘과 無耕耘內에서 窒素分施比率間 收量을 비교하면 표 4와 같다. 玄米收量은 耕耘과 無耕耘間에 차이가 없었으며, 耕耘에서는 窒素分施比率間에 收量의 차이가 없었으나 無耕耘에서는 緩效性肥料 全量基肥區가 다른 窒素分施區 보다 收量이 높았다.

緩效性肥料 施用區를 제외한 窒素分施比率間에 收量의 차이가 없었던 것은 窒素施肥量이 15kg/10a로서 충분하였고, 基肥比率의 차이가 크지 않았으며, 基肥比率이 높았던 30:40:0:20:10% 分施에서도 窒素含有率과 吸收量이 다른 窒素分施區에서 보다 떨어지지 않아(그림 2 및 3) 基肥로 施用한 窒素가 澆水 후에 脫窒이나 滲透水에 의한 流失이 크지 않았기 때문인 듯하다. 그러나 다른 연구자들은 窒素의 基肥比率이 낮고, 澆水直後의 施肥比率이 높은 것이 收量이 높았다고 하여 본 연구와 결과가 달랐는데<sup>2,3,13)</sup> 이것은 乾畝直播할 때 脫窒이나 滲透水에 의한 窒素의 損失의 정도는 土性, 물관리, 有機物含量, 溫度 등 土壤의 還元과 透水程度에 따라 다르기 때문으로 생각되며, 더 廣範圍한 條件에서 시험이 수행되어져야 할 것으로 보인다.

한편 緩效性肥料 施用區에서는 耕耘과 無耕耘

Table 3. Yield components and harvest index at different tillage systems and levels of N split application.

Treatment	No. of panicles per m <sup>2</sup>	No. of spikelets		Ripened grains(%)	1000-grain wt.(g)	Harvest index(%)
		panicle	m <sup>2</sup>			
Tillage	339 ns	77 ns	26,103	73 ns	20.9 ns	52.9 ns
No-tillage	338	76	25,688	74	20.7	51.9
10: 20: 30: 20: 20: 20: <sup>2/</sup>	340 ns	76 ns	25,840	77 ns	20.6 b <sup>1/</sup>	51.4 b
20: 30: 20: 20: 10:	330	80	26,400	75	20.4 c	50.9 b
30: 40: 0: 20: 10:	336	72	24,192	74	20.8 b	52.1 b
100: 0: 0: 0: 0: <sup>3/</sup>	349	78	27,222	68	21.5 a	55.1 a

<sup>1/</sup>, <sup>2/</sup>, <sup>3/</sup> : The same as those in Table 1.

## 摘 要

Table 4. Brown rice yield(kg/10a) at different levels of N split application in two tillage systems.

N split application(%)	Tillage	No-tillage
10 : 20 : 30 : 20 : 20 <sup>2/</sup>	428 ns	444 a <sup>1/</sup>
20 : 30 : 20 : 20 : 10	444	439 a
30 : 40 : 0 : 20 : 10	469	445 a
100 : 0 : 0 : 0 : 0 <sup>3/</sup>	439	526 b

<sup>1/</sup>, <sup>2/</sup>, <sup>3/</sup> : The same as those in Table 1.

에서 모두 幼穗形成期까지도 分蘖數가 적고, 잎이 黃色으로 窒素缺乏症이 나타났으며 특히 無耕耘에서는 그 症狀이 甚하였다. 이것은 사용된 緩效性肥料는 肥效가 너무 늦게 나타나서 分蘖發生에 크게 寄與하지 못하였지만 有效莖比率이 61%로서 다른 窒素分施區의 35.9-43.8%보다 높은 것으로 봐서(표 1) 生育後期에 발현된 肥效에 의하여 最高分蘖期 이후에 分蘖의 減少가 적어 穗數, 穎花數, 登熟比率은 비슷하였고, 千粒重은 다소 높았던 것으로 보인다. 그러나 幼穗形成期에 窒素缺乏症이 심하였던 無耕耘의 緩效性肥料 施用區에서는 幼穗形成期에 1kg/10a의 수준으로 尿素를 追肥하였더니 葉色이 정상으로 회복되었고, 千粒重이 증가하여 收量도 다른 窒素分施區보다 많았다. 이것은 幼穗形成期 이후에 基肥로 사용한 肥料와 幼穗形成期에 사용한 窒素의 효과가 함께 나타나 특히 千粒重이 증가하였기 때문으로 생각된다. 본 시험에 사용한 緩效性肥料는 肥效가 늦게 나타나므로 速效性인 尿素를 첨가하거나 肥效가 더 빨리 나타나는 緩效性肥料를 개발하여 分蘖을 촉진하면 生育後期에는 緩效性肥料의 효과가 계속적으로 유지되어 穗肥나 實肥의 사용없이도 窒素分施效果를 나타낼 수 있어 收量減少 없이 窒素施用의 努力을 절감할 수 있을 것으로 생각된다.

이상에서 고찰해 본 바와 같이 耕耘과 無耕耘, 그리고 窒素分施와 緩效性肥料 施用間에 收量의 차이가 없으므로 앞으로 移秧努力을 줄이기 위한 直播栽培, 直播時에도 耕耘, 施肥 등에 필요한 노력을 줄이기 위한 연구가 더욱 필요할 것으로 보인다.

耕耘과 無耕耘 條件에서 水稻를 乾畚畦立直播할 때 窒素分施比率이 水稻의 生育과 收量성에 미치는 영향을 알기 위하여 直播栽培용으로 育成중인 密陽 95號의 乾燥種子를 6kg/10a 수준으로 1990년 5월 17일 散播하고, 麥類畦立廣散播機로 覆土하였다. 窒素-磷酸-加里를 15-10-10kg/10a 수준으로 사용하였는데 磷酸과 加里는 모두 基肥로 사용하였다. 窒素는 基肥 : 灌水直後 : 灌水 2週後 : 出穗 25日前 : 出穗期에 尿素를 10 : 20 : 30 : 20 : 20%, 20 : 30 : 20 : 20 : 10%, 30 : 40 : 0 : 20 : 10%로 分施하였고, 緩效性肥料는 窒素가 40%이고, 肥效持續期間이 120일인 latex 被覆한 尿素를 全量基肥로 사용하였다.

耕耘에서는 無耕耘에 비하여 出穗期가 1일 遲延되었고, 出穗期의 葉面積指數가 컸으며, 倒伏指數가 적었을 뿐 立苗數, 收量, 收量構成要素, 倒伏關聯形質 및 稈基部의 cellulose, hemicellulose, lignin 含量은 차이가 없었다.

窒素分施比率間에는 緩效性肥料 全量基肥區에서 稈長, 有效莖比率, 稈基重, 千粒重, 收穫指數가 더 컸으며, 無耕耘의 緩效性肥料 全量施肥區에서 收量이 더 높았다. 緩效性肥料 施用區에서는 生育初期에는 窒素含有率과 吸收量이 가장 낮았지만, 出穗期 이후에는 窒素含有率과 吸收量은 다른 窒素分施區보다 높았다. 分蘖數는 緩效性肥料 施用區에서 가장 낮았고, 生育初期에는 窒素의 基肥比率이 높을수록 많았으며, 生育中期에는 20 : 30 : 20 : 20 : 10%의 分蘖數가 가장 높았지만 有效莖比率이 달라 穗數는 처리간에 차이가 없었다.

## 引用文獻

1. 高屋武彦, 宮坂昭. 1983. 乾田直播水稻における倒伏防止に關する研究. 第2報. 出穗後における稻體諸形質の堆肥と倒伏抵抗性との關係. 日作紀 52(1) : 7-14.
2. Heenan, D. P., and P. E. Bacon. 1987. Effect of nitrogen fertilizer timing on crop

- growth and nitrogen use efficiency by different rice varieties in south eastern Australia. P. 97-105. In Efficiency of Nitrogen Fertilizers for Rice. published by IRRI, Los Banos, Philippines.
3. Humpheries, E., W. A. Muirhead, F. M. Melhuish, R. J. G. White, and P. M. Chalk. 1987. Fertilizer nitrogen recovery in mechanized dry seeded rice. P. 107-118. In Efficiency of Nitrogen Fertilizers for Rice. published by IRRI, Los Banos, Philippines.
  4. 金丁坤, 崔旻圭, 李善龍, 田炳泰. 1991. 湖南地方에서 벼 乾畚直播栽培樣式에 관한 研究. II. 播種方法이 水稻 生育 및 收量에 미치는 영향. 農試論文集(水稻篇) 33(3) : 75-80.
  5. 李錫淳, 金台柱. 1988. Paclobutrazol 處理時期가 벼의 倒伏形質과 收量에 미치는 影響. 韓作誌 33(4) : 336-342.
  6. 李承弼, 金相慶, 李光錫, 崔富述. 1992. 慶北地方의 벼 乾畚直播 主要 栽培法에 관한 研究. 韓作誌 37(別冊 1號) : 90-91.
  7. 三石昭三. 1980. 從來の直播栽培と新しい湛水土壤中直播栽培. 石川農業の研究 9 : 1-9.
  8. 맹원재, 윤광로, 신형태, 김대진. 1988. 수정 증보 사료분석 실험. 선진문화사.
  9. 朴鍾錫, 李錫淳. 1988. 窒素施肥量 및 分施比率이 水稻品種의 生育과 收量에 미치는 影響. 韓作誌 33(3) : 222-228.
  10. 朴成泰, 金純哲, 李壽寬, 鄭根植. 1989. 南部地方에서 벼 直播栽培樣式에 따른 生育 및 收量. 農試論文集(水稻篇) 31(4) : 36-42.
  11. 朴成泰, 金純哲, 孫洋, 李壽寬, 鄭根植. 1990. 嶺南地域에서의 벼 乾畚直播 主要 栽培法 研究. 農試論文集(水稻篇) 32(2) : 18-28.
  12. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準. 改訂 第 1版.
  13. 宋泳柱, 黃昌周, 朴建鎬. 1992. 벼 乾畚直播栽培時 播種期 移動과 窒素分施方法에 따른 生育 및 收量形質 反應. 韓作誌 37(別冊 1號) : 88-89.
  14. Yoshida, Shouchi. 1981. Fundamentals of rice crop science. IRRI, Los Banos, Philippines.
  15. Yoshida, Shouchi, D. A. Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez. 1972. Laboratory manual for physiological studies of rice (2nd ed.). IRRI, Los Banos, Philippines.
  16. 吉澤孝之. 1975. 中國地域における直播栽培技術と土壤管理, 施肥. 農業および園藝. 50 (3) : 391-396.